

PA4316 US  
#2/6/12/01  
Date

日 本 国 特 許 庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

J1017 U.S. PTO  
09/801695  
03/09/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 3月 9日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-064658

出 願 人

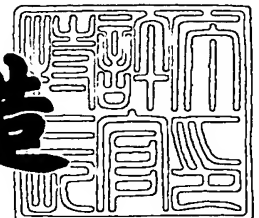
Applicant (s):

富士写真フイルム株式会社

2000年10月 6日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2000-3081301

【書類名】 特許願

【整理番号】 P25052J

【あて先】 特許庁長官 近藤 隆彦 殿

【国際特許分類】 H01S 5/22

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県足柄上郡開成町宮台 7 9 8 番地 富士写真フイルム株式会社内

【氏名】 早川 利郎

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県足柄上郡開成町宮台 7 9 8 番地 富士写真フイルム株式会社内

【氏名】 福永 敏明

【特許出願人】

【識別番号】 000005201

【氏名又は名称】 富士写真フイルム株式会社

【代理人】

【識別番号】 100073184

【弁理士】

【氏名又は名称】 柳田 征史

【選任した代理人】

【識別番号】 100090468

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐久間 剛

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008969

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】            要約書    1

【包括委任状番号】   9814441

【プルーフの要否】    要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体レーザ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 下部クラッド層、下部光ガイド層、量子井戸層、上部光ガイド層および上部クラッド層がこの順に積層されてなる、屈折率導波構造を備えた基本モード発振する半導体レーザであって、

前記上部光ガイド層の上方に電流狭窄構造を備え、

前記上部光ガイド層が下部光ガイド層よりも薄いことを特徴とする半導体レーザ。

【請求項 2】 前記上部および下部光ガイド層の合計の厚みが $0.5\mu\text{m}$ 以上であることを特徴とする請求項 1 記載の半導体レーザ。

【請求項 3】 前記電流狭窄構造の前記積層の方向における底部から前記量子井戸層の上面までの距離が $0.25\mu\text{m}$ よりも小さいことを特徴とする請求項 1 または 2 いずれか記載の半導体レーザ。

【請求項 4】 前記電流狭窄構造が、前記底部を前記上部光ガイド層の上面に配するように形成されていることを特徴とする請求項 3 記載の半導体レーザ。

【請求項 5】 前記量子井戸層、前記上部および下部光ガイド層が A 1 を含まない半導体組成であることを特徴とする請求項 1 から 4 いずれか記載の半導体レーザ。

【請求項 6】 前記上部および下部クラッド層のうち少なくともいずれか一方が A 1 を含む半導体組成であることを特徴とする請求項 5 記載の半導体レーザ。

【請求項 7】 内部ストライプ型あるいはリッジ導波路型であることを特徴とする請求項 1 から 6 いずれか記載の半導体レーザ。

【請求項 8】 前記屈折率導波構造のストライプ幅が $4\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項 1 から 7 いずれか記載の半導体レーザ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体レーザに関し、特に、基本横モードで発振する半導体レーザに関するものである。

#### 【0002】

##### 【従来の技術】

高品位の基本横モードにて発振する狭ストライプ幅の半導体レーザの実用的な光出力は年々増加している。基本横モード半導体レーザの高出力化は著しく、特に $0.98\mu\text{m}$ 帯のErドープ光ファイバ増幅器の励起用では、実用的な光出力が250 mW以上になってきている。また、光ディスク用途においても、 $0.78\mu\text{m}$ 帯が記録可能なCD用に、 $0.65\mu\text{m}$ が記録可能なCD用に高出力化が進んでいる。また、各種画像記録応用においても高出力化は重要であり、比較的感度の低いデジタルドライプリンタ対応の感材に対しては、例えばレーザサーマルプリンタなどにおいて、更に高出力の半導体レーザが必要とされている。

#### 【0003】

これらの応用においては高出力・高信頼性とともレーザビームが安定な基本横モードであることが必須である。しかしながら、光出力の上限は大きく2つの要因によって制限されている。

#### 【0004】

第一に光出射端面における高光密度による端面劣化起因による信頼性の低下である。この端面劣化については、高品位の端面コーティング（参考文献：IEEE J. Selected Topics in Quantum Electronics, vol.5, p.832 (1999).）やレーザ光を吸収しない端面窓構造の適用（参考文献：IEEE J. Quantum Electron. Vol. QE-15, p.775 (1979); IEEE J. Selected Topics in Quantum Electronics, vol.5, p.817 (1999); Jpn. J. Appl. Phys. Vol.30, p.L904 (1991); Electron. Lett. Vol.34, p.1663 (1998)）により大きな改善が実現されてきている。

#### 【0005】

第二の要素は基本モードの安定性である。200 mWを越える高出力の半導体レーザにおいては、屈折率導波構造の設計の段階で、高次横モードがカットオフとなるように、活性層と平行方向の等価屈折率段差 $\Delta n$ とストライプ幅 $W$ の条件を設定している。一例として、発振波長 $1060\text{nm}$ の場合の1次モードカットオフ条

件を図5に示す。図5に示す曲線より下の斜線領域が基本モード発振を行う条件を満たす領域であり、例えば、ストライプ幅 $W=2.5\mu\text{m}$ 、等価屈折率段差 $\Delta n=4\times 10^{-3}$ とすれば安定な基本横モードが得られる。しかしながら、実際のデバイスでは出力を上げていくと数百mWにおいて光出力-電流特性が直線からはずれ、放射パターンが歪む現象が見られる。これが安定な基本横モードの上限である。半導体レーザにおいては活性層のキャリア密度が $10^{18}\text{cm}^{-3}$ 程度であるため、プラズマ効果により屈折率が $2\times 10^{-3}$ 程度低下するのに加えて、光出力増加に起因したキャリア濃度の空間的なホールバーニングが生じるため、活性層に平行方向の屈折率分布が複雑に変化する。このため、高次モードにはならないが、水平方向にビームがシフトし、いわゆるビームステアリングを生じて横モードが不安定となる。

#### 【0006】

一方、高出力レーザは基本的に量子井戸を有するSCH (Separate Confinement Heterostructure) 構造を採用しており、この構造における光ガイド層の厚みを増加させることにより光出射端面における光密度を低減して高出力時の信頼性が向上することが知られている（参考文献：Appl. Phys. Lett. Vol.75, p.1839 (1999)）。しかしながら、光ガイド層を厚くするとクラッド層への光の浸みだしが少なくなり活性層との屈折率差をとることが容易でなくなるという問題があり、さらに、本発明者らは、光ガイド層が厚い場合には活性層がガイド層の厚みの分だけ電流狭窄領域から離れるため、活性層に平行方向へのキャリアの広がりが大きくなって横モード不安定を示すことを見出した。

#### 【0007】

##### 【発明が解決しようとする課題】

本発明は、以上の事情に鑑みてなされたものであって、横モードの不安定さが低減された、より高出力まで安定な基本横モード発振を可能とした半導体レーザを提供することを目的とするものである。

#### 【0008】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明の半導体レーザは、下部クラッド層、下部光ガイド層、量子井戸層、上

部光ガイド層および上部クラッド層がこの順に積層されてなる、屈折率導波構造を備えた基本モード発振する半導体レーザであって、

前記上部光ガイド層の上方に電流狭窄構造を備え、

前記上部光ガイド層が下部光ガイド層よりも薄いことを特徴とするものである。

#### 【 0 0 0 9 】

すなわち、本発明の半導体レーザは、量子井戸層と該井戸層を挟む光ガイド層とからなる S C H 構造を備え、該 S C H 構造内において、量子井戸層が、上下の光ガイド層の中心に位置するのではなく、非対称な位置、電流狭窄構造に近い側（上部光ガイド層側）寄りに配されていることを特徴とするものである。

#### 【 0 0 1 0 】

なお、前記各層の間には他の半導体層が積層されていてもよく、例えば、量子井戸層と光ガイド層との間には障壁層が設けられていても良い。

#### 【 0 0 1 1 】

なお、前記上部および下部光ガイド層の合計の厚みは  $0.5\mu\text{m}$  以上であることが望ましい。

#### 【 0 0 1 2 】

また、前記電流狭窄構造の前記積層の方向における底部から前記量子井戸層の上面までの距離が  $0.25\mu\text{m}$  よりも小さいことが望ましい。

#### 【 0 0 1 3 】

ここで、「電流狭窄構造の底部」とは、一般に電流狭窄構造のストライプ幅を規定する部分と同等であり、リッジ型の場合はリッジ部の底面をいい、内部ストライプ型の場合は電流狭窄層のストライプ状溝の底面をいう。

#### 【 0 0 1 4 】

なお、電流狭窄構造は上部クラッド層の一部に形成されるのが一般的であり、本発明の半導体レーザにおいても電流狭窄構造の底部と上部光ガイド層との間に上部クラッド層の一部が積層されていてもよいが、前記底部を前記上部光ガイド層の上面に配するように形成されていることがより望ましい。すなわち、電流狭窄構造の底部と上部光ガイド層との間には他の層が設けられていないことがより

望ましい。

【0015】

前記量子井戸層、前記上部および下部光ガイド層がA1を含まない半導体組成であることが望ましい。さらに、このとき前記上部および下部クラッド層のうち少なくともいずれか一方がA1を含む半導体組成であることが望ましい。

【0016】

前記屈折率導波構造は、内部ストライプ型であってもよいし、リッジ導波路型であってもよい。

【0017】

前記屈折率導波構造のストライプ幅が4  $\mu\text{m}$ 以下であることが望ましい。

【0018】

なお、本発明の半導体レーザは、「基本モード発振する」ものであり、等価屈折率段差とストライプ幅は、各発振波長帯において高次横モードがカットオフとなる、基本横モードを発振させる条件を満たす値を選択して採用する。例えば、1060nmの発振波長であれば、図5に示すストライプ幅と屈折率段差とのグラフにおいて曲線下の斜線部が基本モード発振する値であり、特に、ストライプ幅2.5  $\mu\text{m}$ 、等価屈折率段差 $4 \times 10^{-3}$ 近傍が一般によく利用されている。ここで、「等価屈折率段差」とは、内部ストライプ型の場合には、電流狭窄層の電流注入窓となる部分が除去されてクラッド層が形成された領域での積層方向の伝搬モードの等価屈折率と電流狭窄層が存在する領域での積層方向の伝搬モードの等価屈折率との差を示し、リッジ型の場合には、活性層の上部にリッジ部が形成された領域での積層方向の伝搬モードの等価屈折率と活性層の上部にリッジ部が形成されていない領域での積層方向の伝搬モードの等価屈折率との差を示す。

【0019】

【発明の効果】

本発明の半導体レーザは、量子井戸層と該井戸層を挟む光ガイド層とからなるSCH構造を備え、該SCH構造内において、量子井戸層が、上下の光ガイド層の中心に位置するのではなく、非対称な位置、電流狭窄構造に近い側（上部光ガイド層側）寄りに配されていることにより、電流注入時の電流の広がりを小さく



抑え、高出力時まで安定な基本モード発振を維持することができる。

#### 【 0 0 2 0 】

前記上部および下部光ガイド層の合計の厚みは $0.5\mu\text{m}$ 以上とすることにより、より高出力な発振が可能となる。

#### 【 0 0 2 1 】

前記電流狭窄構造の前記積層の方向における底部から前記量子井戸層の上面までの距離を $0.25\mu\text{m}$ よりも小さくすると、さらに電流注入時の電流の広がりを小さく抑えて安定な基本モード発振を行う最大基本横モード光出力を向上させることができる。

#### 【 0 0 2 2 】

また、前記量子井戸層、前記上部および下部光ガイド層がAlを含まない半導体組成とすることにより素子作製時において各層が酸化されにくく、素子の信頼性が向上する。

#### 【 0 0 2 3 】

さらに、前記上部および下部クラッド層のうち少なくともいずれか一方をAlを含む半導体組成とすることにより、クラッド層のエネルギーギャップが高くなり電子がもれなくなるため、温度特性を向上させることができる。

#### 【 0 0 2 4 】

#### 【発明の実施の形態】

以下に図面を用いて本発明の具体的な実施の形態について説明する。

#### 【 0 0 2 5 】

本発明の第一の実施形態に係る半導体レーザについて断面構造を図1に模式的に示し、作製方法と併せて説明する。

#### 【 0 0 2 6 】

まず、減圧MOCVD (Metal Organic Chemical Vapor Deposition) 法によりn-GaAs基板1 ( $\text{Si}=2\times 10^{18}\text{ cm}^{-3}$ ドーパ)上にn-GaAsバッファ層2 ( $\text{Si}=5\times 10^{17}\text{ cm}^{-3}$ ドーパ、 $0.5\mu\text{m}$ )、n- $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ グレーデッドバッファ層3 ( $\text{Si}=5\times 10^{17}\text{ cm}^{-3}$ ドーパ、 $x=0.1$ から $0.55$ まで徐々に増加、 $0.2\mu\text{m}$ )、n- $\text{Al}_{0.55}\text{Ga}_{0.45}\text{As}$ 下部クラッド層4 ( $\text{Si}=5\times 10^{17}\text{ cm}^{-3}$ ドーパ、 $1\mu\text{m}$ )、 $\text{In}_{0.48}\text{Ga}_{0.52}\text{P}$ 下部光ガイド層5 (アンドー

ブ、 $0.55\mu\text{m}$ ）、 $\text{In}_{0.13}\text{Ga}_{0.87}\text{As}_{0.75}\text{P}_{0.25}$ 量子井戸層6（アンドープ、 $10\text{nm}$ ）、 $\text{In}_{0.48}\text{Ga}_{0.52}\text{P}$ 上部光ガイド層7（アンドープ、 $0.15\mu\text{m}$ ）、 $\text{n-Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3}\text{As}$ 電流狭窄層8（ $\text{Si}=1\times 10^{18}\text{cm}^{-3}$ ドープ、 $0.8\mu\text{m}$ ）、 $\text{n-In}_{0.48}\text{Ga}_{0.52}\text{P}$ 層9（ $\text{Si}=1\times 10^{18}\text{cm}^{-3}$ ドープ $10\text{nm}$ ）を順次成長する。

## 【 0 0 2 7 】

次にフォトリソグラフィ工程とHClを用いて、幅約 $3\mu\text{m}$ のストライプ状に $\text{n-In}_{0.48}\text{Ga}_{0.52}\text{P}$ 層9を除去、続いて酒石酸系エッチャントにより幅 $W_1 = 2.5\mu\text{m}$ のストライプ状溝を $\text{n-Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3}\text{As}$ 電流狭窄層8に形成する。このエッチングは選択的に $\text{In}_{0.48}\text{Ga}_{0.52}\text{P}$ 上部光ガイド層7上で停止する。次に2回目のMOCVD成長により、 $\text{p-In}_{0.48}\text{Ga}_{0.52}\text{P}$ 層10（ $\text{Zn}=7\times 10^{17}\text{cm}^{-3}$ ドープ、 $15\text{nm}$ ）、 $\text{p-Al}_{0.55}\text{Ga}_{0.45}\text{As}$ 上部クラッド層11（ $\text{Zn}=7\times 10^{17}\text{cm}^{-3}$ ドープ、 $1\mu\text{m}$ ）、 $\text{p-GaAs}$ キャップ層12（ $\text{Zn}=2\times 10^{19}\text{cm}^{-3}$ ドープ、 $0.1\mu\text{m}$ ）を順次積層する。

## 【 0 0 2 8 】

なお、上記層構造により、下部および上部光ガイド層5、7の合計厚みは $0.7\mu\text{m}$ 、電流狭窄層8のストライプ状溝底面である電流狭窄構造の底部から量子井戸層上面までの距離は、上部光ガイド層7の厚み分 $0.15\mu\text{m}$ である。次に、 $\text{n-GaAs}$ 基板1の底面を研磨して、全体の厚みが $100\mu\text{m}$ 程度になるまで薄くして、 $\text{p}$ 側電極13（ $\text{Ti/Pt/Ti/Pt/Au}$ ）を蒸着および熱処理により形成し、 $\text{n}$ 側電極14（ $\text{AuGe/Ni/Au}$ ）を蒸着および熱処理により形成する。このウエハから、共振器長 $0.75\text{mm}$ 長さ約 $1\text{cm}$ のレーザバーをダイヤモンド針によるスクライブと劈開により切り出し、光出射面は5%、裏面は95%以上となるように光学膜をコーティングする。最後にダイヤモンド針によるスクライブと劈開により幅約 $500\mu\text{m}$ のレーザチップ15を切り出す。このチップ15を図示しない銅ヒートシンク上に $\text{In}$ はんだ（厚み $4\text{--}5\mu\text{m}$ ）を用いて $\text{p}$ 側電極13側を接着した。

## 【 0 0 2 9 】

この半導体レーザ15は室温において波長約 $809\text{nm}$ で閾値電流約 $20\text{mA}$ にて基本横モード発振し、光出力-電流特性にはキックがなく、 $0.5\text{W}$ の高出力まで単峰の放射パターンを維持した基本横モード動作が可能である。

## 【 0 0 3 0 】

図2に最大基本横モード光出力と光ガイド層の厚みとの関係に関する具体的な実験の結果を示す。上記第一の実施形態の半導体レーザと同様の構造で、 $\text{In}_{0.48}\text{Ga}_{0.52}\text{P}$ 光ガイド層5と $\text{In}_{0.48}\text{Ga}_{0.52}\text{P}$ 光ガイド層7との厚みの合計を $0.7\mu\text{m}$ に保ちつつ、上部 $\text{In}_{0.48}\text{Ga}_{0.52}\text{P}$ 光ガイド層7の厚み $t_u$ を変化させて複数素子を作製し、基本横モードが維持される最大光出力を測定した。図2は基本横モードの最大光出力範囲を上部光ガイド層7の厚み $t_u$ の関数として示したものである。図2に示されるように、上部光ガイド層7の厚み $t_u$ が $0.25\mu\text{m}$ より小さいとき、40mW以上の高出力まで基本横モードを維持することができた。すなわち、電流狭窄構造の底部から量子井戸層までの距離を $0.25\mu\text{m}$ 未満としたとき安定に高出力が得られることが明らかである。

## 【0031】

本発明の第二の実施形態に係る半導体レーザについて断面構造を図3に模式的に示し、作製方法と併せて説明する。

まず、減圧MOCVD成長により、 $\text{n-GaAs}$ 基板21( $\text{Si}=2\times 10^{18}\text{ cm}^{-3}$ ドーパ)上に $\text{n-GaAs}$ バッファ層22( $\text{Si}=5\times 10^{17}\text{ cm}^{-3}$ ドーパ、 $0.5\mu\text{m}$ )、 $\text{n-In}_{0.48}\text{Ga}_{0.52}\text{P}$ クラッド層23( $\text{Si}=5\times 10^{17}\text{ cm}^{-3}$ ドーパ、 $1.5\mu\text{m}$ )、 $\text{In}_{0.13}\text{Ga}_{0.87}\text{As}_{0.75}\text{P}_{0.25}$ 下部光ガイド層24(該下部光ガイド層24内において下部 $0.4\mu\text{m}$ は $\text{Si}=8\times 10^{17}\text{ cm}^{-3}$ ドーパ、上部 $0.05\mu\text{m}$ はアンドープ、計 $0.45\mu\text{m}$ )、 $\text{In}_{0.16}\text{Ga}_{0.84}\text{As}$ 圧縮歪量子井戸層25(アンドープ、 $7\text{ nm}$ )、 $\text{In}_{0.13}\text{Ga}_{0.87}\text{As}_{0.75}\text{P}_{0.25}$ 上部光ガイド層26(アンドープ、 $0.1\mu\text{m}$ )、 $\text{n-In}_{0.48}(\text{Ga}_{0.1}\text{Al}_{0.9})_{0.52}\text{P}$ 電流狭窄層27( $\text{Si}=2\times 10^{18}\text{ cm}^{-3}$ ドーパ、 $0.8\mu\text{m}$ )、 $\text{n-In}_{0.48}\text{Ga}_{0.52}\text{P}$ 層28( $\text{Si}=2\times 10^{18}\text{ cm}^{-3}$ ドーパ、 $10\text{ nm}$ )を順次積層する。

## 【0032】

次にフォトリソグラフィ工程とHClを用いて、幅 $W_2=2.5\mu\text{m}$ のストライプ状溝を $\text{n-In}_{0.48}\text{Ga}_{0.52}\text{P}$ 層28、 $\text{n-In}_{0.48}(\text{Ga}_{0.7}\text{Al}_{0.3})_{0.52}\text{P}$ 電流狭窄層27に形成する。このエッチングは選択的に $\text{In}_{0.13}\text{Ga}_{0.87}\text{As}_{0.75}\text{P}_{0.25}$ 光ガイド層26上で停止する。

## 【0033】

次に2回目のMOCVD成長により、 $\text{p-In}_{0.48}\text{Ga}_{0.52}\text{P}$ クラッド層29( $\text{Zn}=7\times 10^{17}\text{ cm}^{-3}$ ドーパ、 $1\mu\text{m}$ )、 $\text{p-GaAs}$ キャップ層30( $\text{Zn}=2\times 10^{19}\text{ cm}^{-3}$ ドーパ、 $0.1\mu\text{m}$ )を

順次積層する。

#### 【 0 0 3 4 】

なお、上記層構造により、下部および上部光ガイド層24、26の合計厚みは $0.55\mu\text{m}$ 、電流狭窄層27のストライプ状溝底面である電流狭窄構造の底部から量子井戸層上面までの距離は、上部光ガイド層26の厚み分 $0.1\mu\text{m}$ である。

#### 【 0 0 3 5 】

次に、n-GaAs基板21底面を研磨して、全体の厚みが $100\mu\text{m}$ 程度になるまで薄くして、p側電極31 (Ti/Pt/Au)、n側電極32 (AuGe/Ni/Au) を蒸着および熱処理により形成する。後は、上述の第一の実施形態と同様のプロセスにより、パー切り出し、端面コーティング、チップ切り出しによりレーザチップ35を完成する。

なお、本半導体レーザ素子（レーザチップ）35は $980\text{nm}$ にて発振するものである。

#### 【 0 0 3 6 】

本発明の第三の実施形態に係る半導体レーザについて断面構造を図4に模式的に示し、作製方法と併せて説明する。

まず、減圧MOCVD成長により、n-GaAs基板41 ( $\text{Si}=2\times 10^{18}\text{ cm}^{-3}$  ドープ) 上にn-GaAsバッファ層42 ( $\text{Si}=1\times 10^{18}\text{ cm}^{-3}$  ドープ、 $0.5\mu\text{m}$ )、n- $\text{In}_{0.48}\text{Ga}_{0.52}\text{P}$  下部クラッド層43 ( $\text{Si}=1\times 10^{18}\text{ cm}^{-3}$  ドープ、 $1.2\mu\text{m}$ )、 $\text{In}_{0.1}\text{Ga}_{0.9}\text{As}_{0.8}\text{P}_{0.2}$  下部光ガイド層44 (該下部光ガイド層内において下部 $0.8\mu\text{m}$ は $\text{Si}=8\times 10^{17}\text{ cm}^{-3}$  ドープ、上部 $0.1\mu\text{m}$ はアンドープ、計 $0.9\mu\text{m}$ )、 $\text{GaAs}_{0.8}\text{P}_{0.2}$  引っぱり歪障壁層45 (アンドープ、 $10\text{nm}$ )、 $\text{In}_{0.28}\text{Ga}_{0.72}\text{As}$  圧縮歪量子井戸層46 (アンドープ、 $7\text{nm}$ )、 $\text{GaAs}_{0.8}\text{P}_{0.2}$  引張歪障壁層47 (アンドープ、 $10\text{nm}$ )、 $\text{In}_{0.1}\text{Ga}_{0.9}\text{As}_{0.8}\text{P}_{0.2}$  上部光ガイド層48 (アンドープ、 $0.15\mu\text{m}$ )、p- $\text{In}_{0.48}\text{Ga}_{0.52}\text{P}$  クラッド層49 ( $\text{Zn}=7\times 10^{17}\text{ cm}^{-3}$  ドープ、 $1\mu\text{m}$ )、p-GaAsキャップ層50 ( $\text{Zn}=2\times 10^{19}\text{ cm}^{-3}$  ドープ、 $0.1\mu\text{m}$ ) を順次積層する。

#### 【 0 0 3 7 】

次に、フォトリソグラフィとHClを用いた化学エッチングにより、幅 $10\mu\text{m}$ のストライプ状溝のペアを形成して、溝間に底の幅 $W_3$  が $2.5\mu\text{m}$ 幅のリッジストライプ構造を形成する。この時、エッチングは選択的に $\text{In}_{0.13}\text{Ga}_{0.87}\text{As}_{0.75}\text{P}_{0.25}$  光ガイド層48上で停止する。その後、プラズマCVDにより $\text{SiO}_2$ を絶縁膜51として

形成し、フォトリソグラフィとドライエッチング用いてメサの上SiO<sub>2</sub>をストライプ状にエッチング除去する。

【 0 0 3 8 】

なお、上記層構造により、下部および上部光ガイド層44, 48の合計厚みは1  $\mu$  m、リッジ部の底面である電流狭窄構造の底部から量子井戸層上面までの距離は、上部光ガイド層48の厚み分0.15  $\mu$  mである。

【 0 0 3 9 】

次に、p側電極52 (Ti/Pt/Ti/Pt/Au) を蒸着および熱処理により形成し、n-GaAs基板41底面を研磨して、全体の厚みが100  $\mu$  m程度になるまで薄くする。最後に、n側電極53 (AuGe/Ni/Au) を蒸着および熱処理により形成する。その後、上述の第一の実施形態と同様のプロセスにより、バー切り出し、端面コーティング、チップ切り出しによりレーザチップ55を完成する。

【 0 0 4 0 】

なお、本半導体レーザ素子（レーザチップ）55は1060nmにて発振するものである。

【 0 0 4 1 】

なお、上記各実施形態に示したストライプ幅2.5  $\mu$  mの各レーザ素子においては、基本横モード制御を行うため、等価屈折率段差を $5 \times 10^{-3}$ 以下とすることが望ましく、上記各レーザ素子の等価屈折率段差は $2 \sim 4 \times 10^{-3}$ の範囲の値をとるものである。

【 0 0 4 2 】

上記各実施形態においては、上部光ガイド層と電流狭窄構造の底部との間にクラッド層が存在しない例についてのみ示したが、上部クラッド層への漏れ電流防止や結晶成長上の都合等から、上部光ガイド層と上記底部との間に薄いクラッド層を挿入することも可能である。しかしながら、この場合についても上記底部から量子井戸層の上面までの距離は0.25  $\mu$  mより小さく設定することが望ましい。

【 0 0 4 3 】

上記実施形態においては、GaAs基板上の発振波長809-1060 nmの半導体レーザについて記したが、GaAs基板上のその他の波長帯やInP基板上の発振波長1.3-1.7

$\mu\text{m}$ を主体とする半導体レーザにも適用することができる。更には、短波長域のInGaAlN系レーザにも適用することができる。また、活性層としては単一量子井戸の場合についてのみ示したが、複数の量子井戸を有する多重量子井戸構造を採用してもよい。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第一の実施形態に係る半導体レーザ素子の断面模式図

【図 2】

本発明の半導体レーザ素子の効果を説明する図

【図 3】

本発明の第二の実施形態に係る半導体レーザ素子の断面模式図

【図 4】

本発明の第三の実施形態に係る半導体レーザ素子の断面模式図

【図 5】

基本モードのカットオフ条件を示す説明図

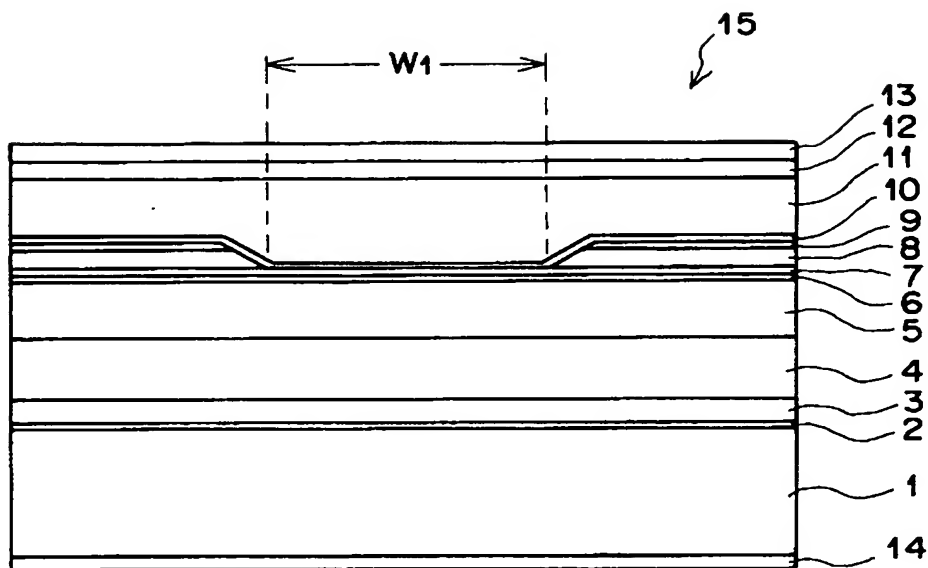
【符号の説明】

- 1     n-GaAs基板
- 2     n-GaAsバッファ層
- 3     n-AlGaAsグレーデッドバッファ層
- 4     n-AlGaAsクラッド層
- 5     InGaP光ガイド層
- 6     InGaAsP活性層
- 7     InGaP光ガイド層
- 8     n-AlGaAs電流狭窄層
- 9     n-InGaP層
- 10    p-InGaP層
- 11    p-AlGaAsクラッド層
- 12    p-GaAsキャップ層

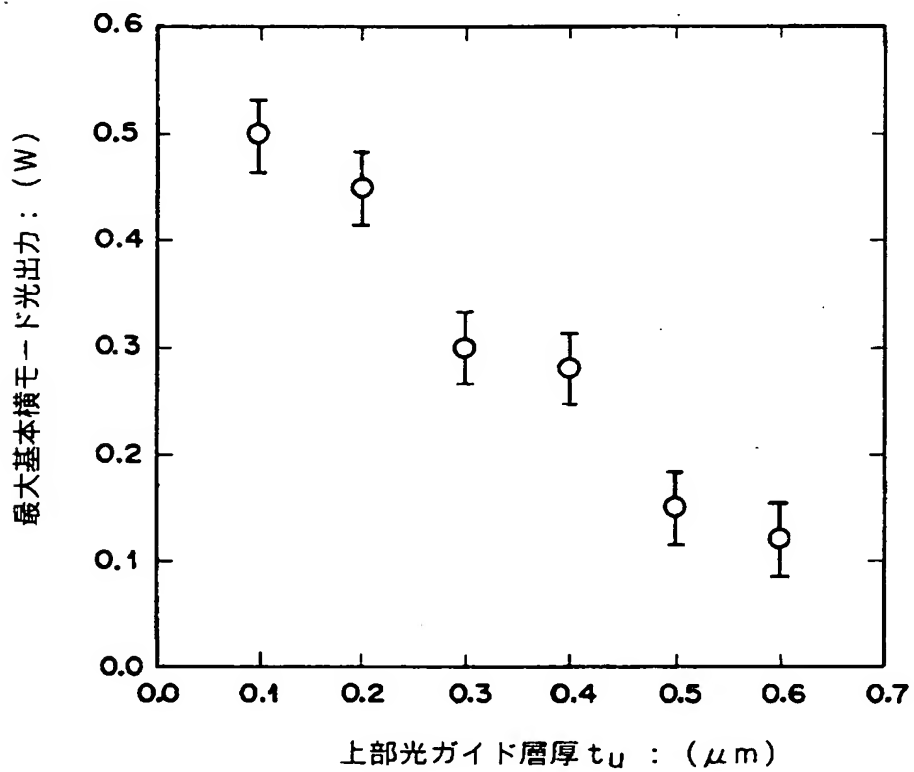
【書類名】

図面

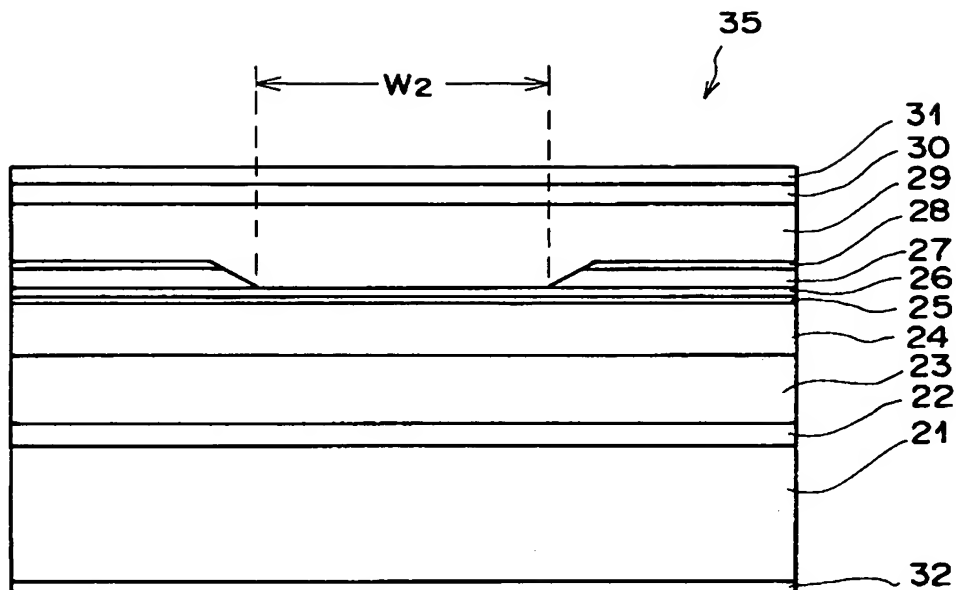
【図 1】



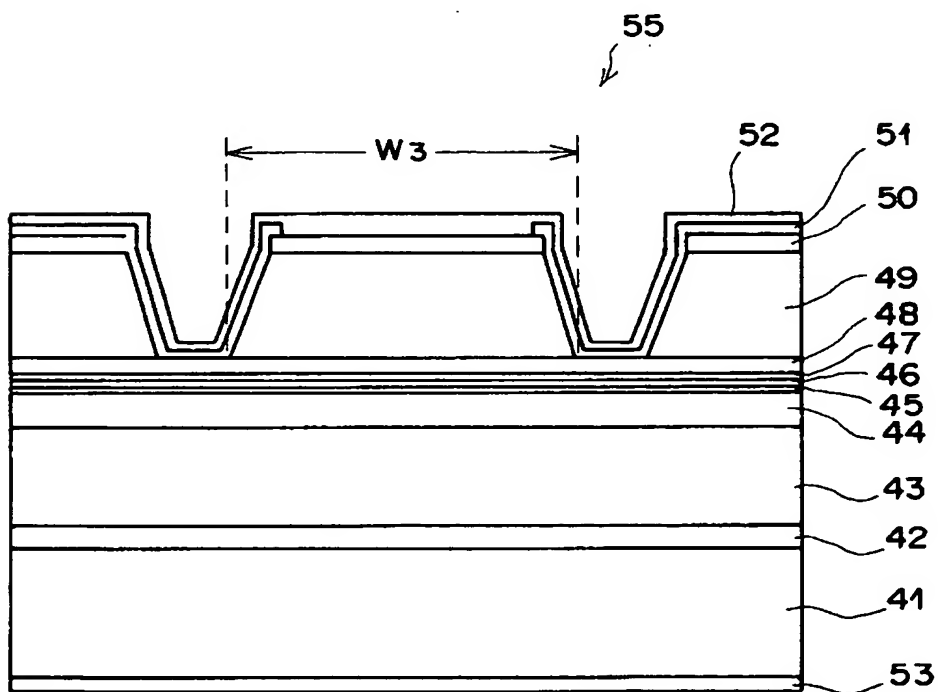
【図 2】



【図 3】

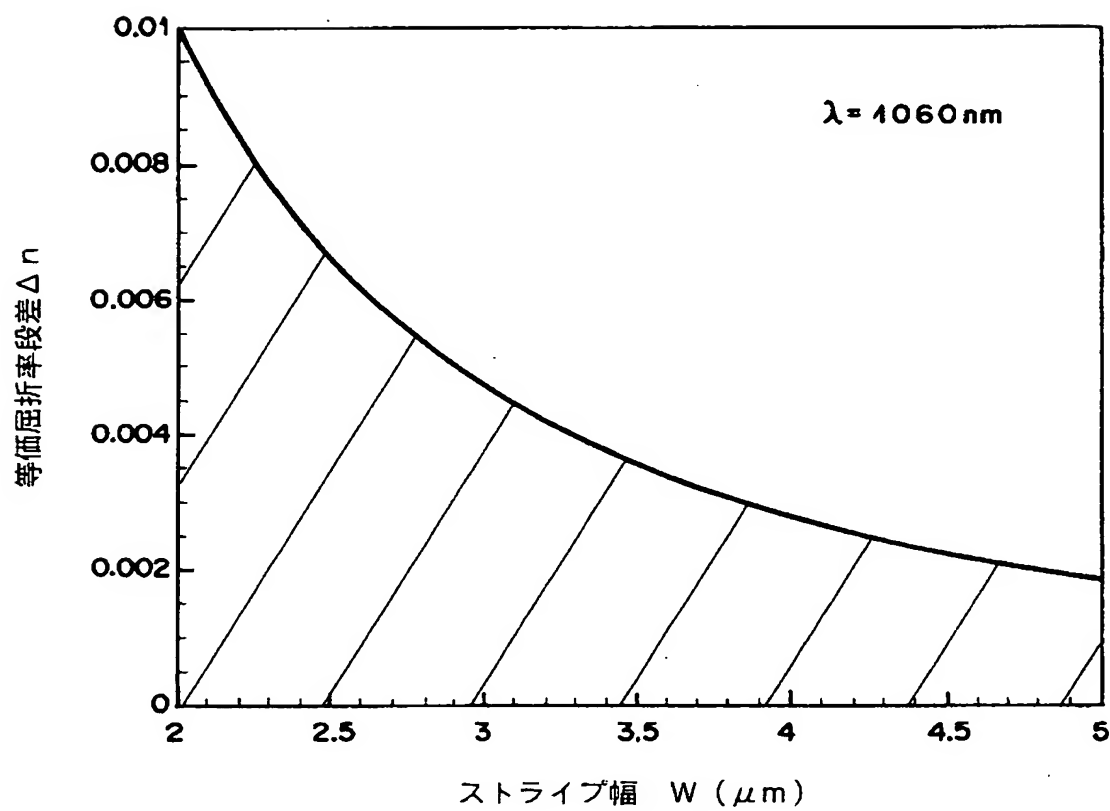


【図 4】





【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 基本横モード半導体レーザにおいて、高出力時まで安定な基本モード発振を維持する。

【解決手段】 屈折率導波構造および電流狭窄構造を備えた基本横モード発振する半導体レーザにおいて、量子井戸層 6 の上下に光ガイド層 5, 7 を備え、上部光ガイド層 7 の厚みを下部光ガイド層 5 の厚みより薄くする。さらに、光ガイド層 5, 7 の合計厚みを  $0.5\mu\text{m}$  以上とし、電流狭窄層 8 のストライプ溝底面である電流狭窄構造の底部から量子井戸層 6 の上面までの距離を  $0.25\mu\text{m}$  未満とする。

【選択図】 図 1

## 認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 0 - 0 6 4 6 5 8
受付番号	5 0 0 0 0 2 7 9 3 7 2
書類名	特許願
担当官	第二担当上席 0 0 9 1
作成日	平成 1 2 年 3 月 2 9 日

### <認定情報・付加情報>

【提出日】	平成12年 3月 9日
【特許出願人】	
【識別番号】	000005201
【住所又は居所】	神奈川県南足柄市中沼 2 1 0 番地
【氏名又は名称】	富士写真フイルム株式会社
【代理人】	申請人
【識別番号】	100073184
【住所又は居所】	神奈川県横浜市港北区新横浜 3 - 1 8 - 2 0 B E N E X S - 1 7 階 柳田国際特許事務所
【氏名又は名称】	柳田 征史
【選任した代理人】	
【識別番号】	100090468
【住所又は居所】	神奈川県横浜市港北区新横浜 3 - 1 8 - 2 0 B E N E X S - 1 7 階 柳田国際特許事務所
【氏名又は名称】	佐久間 剛

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 5 2 0 1 ]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 1 4 日
[変更理由]	新規登録
住 所	神奈川県南足柄市中沼 2 1 0 番地
氏 名	富士写真フイルム株式会社